

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-100458

(43)Date of publication of application : 07.04.2000

(51)Int.Cl.

H01M 8/02

H01M 8/10

(21)Application number : 10-271236

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 25.09.1998

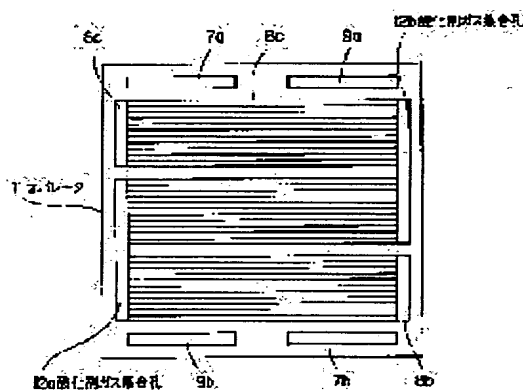
(72)Inventor : OMA ATSUSHI
SHIMOTORI SOICHIRO
MUNEUCHI ATSUO

(54) SOLID POLYMER FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To invariably exert a stable battery performance by uniformly feeding a fluid, removing the generated water from a low current density to a high current density, and reducing the pressure difference between the electrodes.

SOLUTION: An oxidant gas feed hole 8a, an oxidant gas discharge hole 8b and flow grooves 8c are formed on a separator 11. An oxidant gas collecting hole 12a is formed adjacently to the oxidant gas feed hole 8a, and an oxidant gas collecting hole 12b is formed adjacently to the oxidant gas discharge hole 8b respectively. The oxidant gas feed hole 8a is arranged to face the oxidant gas collecting hole 12 b, and the oxidant gas discharge hole 8b is arranged to face the oxidant gas collecting hole 12a. The oxidant gas collecting holes 12a, 12 b are communicated with the flow grooves 8c.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-100458

(P2000-100458A)

(43)公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 0 1 M 8/02

H 0 1 M 8/02

R 5 H 0 2 6

C

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-271236

(22)出願日 平成10年9月25日(1998.9.25)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 大間 敦史

神奈川県川崎市川崎区浮島町4番1号 株式会社東芝電力・産業システム技術開発センター内

(72)発明者 霜島 宗一郎

神奈川県川崎市川崎区浮島町4番1号 株式会社東芝電力・産業システム技術開発センター内

(74)代理人 100081961

弁理士 木内 光春

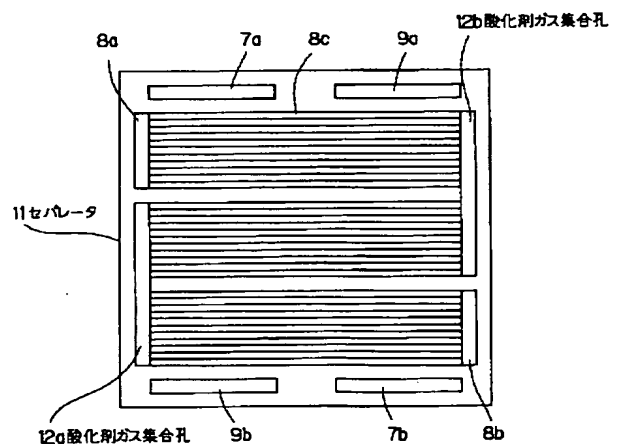
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体高分子型燃料電池

(57)【要約】

【課題】 流体を均一に配流すると共に、低電流密度から高電流密度に至るまで生成水の除去及び極間差圧の低減を実現して常に安定した電池性能を発揮できる優れた固体高分子型燃料電池を提供する。

【解決手段】 セパレータ11には酸化剤ガス供給孔8a、酸化剤ガス排出孔8b及び流通溝8cが形成されている。酸化剤ガス供給孔8aに隣接して酸化剤ガス集合孔12aが、酸化剤ガス排出孔8bに隣接して酸化剤ガス集合孔12bが、それぞれ形成されている。酸化剤ガス供給孔8aと酸化剤ガス集合孔12bとが向い合い、酸化剤ガス排出孔8bと酸化剤ガス集合孔12aが向い合うように配置される。これら集合孔12a、12bは流通溝8cを連通させるように構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 イオン伝導性を持つ固体高分子電解質膜が設けられ、この固体高分子電解質膜を挟持するように一対の多孔質電極板が配置され、これらの多孔質電極板の外側に導電性の平板であるセパレータが配置され、このセパレータにおける前記多孔質電極板と接する面には複数の流通溝を有する流路が形成され、この流路に燃料ガスまたは酸化剤ガスもしくは冷却水が流れるように構成された固体高分子型燃料電池において、

前記流路の途中に、前記流通溝を複数連通させた集合孔が設けられたことを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項2】 前記流路の一端部には前記流通溝に燃料ガスまたは酸化剤ガスもしくは冷却水を供給する供給孔が、前記流路の他端部には前記流通溝から燃料ガスまたは酸化剤ガスもしくは冷却水を排出する排出孔がそれぞれ設けられ、

前記供給孔及び前記排出孔の一部を前記集合孔に切り替える切替手段が設置されたことを特徴とする請求項1記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項3】 固体高分子型燃料電池の出力電流または電流密度、もしくは前記燃料ガス及び前記酸化剤ガスのガス圧差である極間差圧あるいは前記燃料ガスまたは前記酸化剤ガスのガス圧力損失に基づいて、前記切替手段を制御する制御手段が設置されたことを特徴とする請求項2記載の固体高分子型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イオン伝導性を有する固体高分子を電解質とする固体高分子型燃料電池に係り、特に、燃料ガスまたは酸化剤ガスもしくは冷却水が流れる流路の構成に改良を加えたものである。

【0002】

【従来の技術】近年、高効率のエネルギー変換装置として燃料電池が注目を集めている。燃料電池とは水素などの燃料ガス及び酸素などの酸化剤ガスを、電解質膜を挟持する一対の多孔質電極に送込み、これらのガスによる電気化学反応を利用して電力を取出す装置である。中でも、固体高分子を電解質とした固体高分子型燃料電池は、コンパクトな構造で高出力密度を得ることができ、しかも簡略なシステムで運転が可能であるため、宇宙用や車両用などの電源として高い関心が寄せられている。

【0003】ここで固体高分子型燃料電池の従来例について、図面を参照して具体的に説明する。

①単電池1

まず、燃料電池の基本的な構成要素である単電池1に関して、図5の断面図を用いて説明する。単電池1には、イオン伝導性を持つ固体高分子電解質膜3が設けられ、この電解質膜3を挟むようにして白金などの触媒を有する一対の電極板2a、2bが配置されている。さらに電極板2a、2bの周囲には固体高分子電解質膜3を覆う

ようにしてシール材4が設置されている。固体高分子電解質膜3としてはパーフルオロカーボンスルホン酸膜（例えば商品名ナフィオン：デュポン社製）などが飽和含水状態にして用いられている。電極板2aは燃料ガスが供給される燃料極、電極板2bは酸化剤ガスが供給される酸化剤極であり、共に多孔質カーボン製である。なお、電解質膜3と電極板2a、2bとだけの状態を膜電極複合体と呼んでいる。

【0004】この膜電極複合体は図6に示すように矩形シート状に形成される（厚さは1mm以下）。電極板2a、2bの面積は発電に必要な電流値及び単位面積当たりの電流値すなわち電流密度によって決まるが、通常、1辺を10cm以上として100cm²以上となっている。一方、固体高分子電解質膜3は電極板2a、2bに供給されるガス同士の混合を防ぐ役割もあるため電極板2a、2bより大きくなっており、電解質膜3がはみ出ている部分にシール材4を設置している。

【0005】以上のような単電池1では、電極板2a、2bにそれぞれ、燃料ガス及び酸化剤ガスを供給することにより、電極板2a、2b間で電気化学反応が起こり、起電力が生じる。ただし、単電池1当たりの起電力は1V以下と低いため、実際に運転する燃料電池では集電体であるセパレータ5を介して多数の単電池1を積層し、電池スタックとして使用する。その際、電池スタックには冷却水が流れるセパレータも所定の間隔で挿入され、発電に伴う昇温が制御されるのが一般的である。

【0006】②セパレータ5

図7に示すように、単電池1の外側には電流を取出す集電体としてセパレータ5が配置されている。このセパレータ5は電極板2a側の集電体と電極板2b側の集電体とが一体化されたもので、優れた導電性や気密性さらには加工の容易性などを満足させる部材から製造される。

【0007】③ガス流路6a、6b

また、セパレータ5は電極板2a、2bに反応ガスを供給する役割を果たしている。具体的には、電極板2aと接する下面側に燃料ガスが流れるガス流路6aが形成され、電極板2bと接する上面側に酸化剤ガスが流れるガス流路6bが形成される（図7参照）。以下、ガス流路6b側の流路構成を中心に、図8～図11を用いて説明する。

【0008】図8に示すように、セパレータ5の一端部には燃料ガス供給孔7a、酸化剤ガス供給孔8a及び冷却水供給孔9aが形成され、セパレータ5の他端部には燃料ガス排出孔7b、酸化剤ガス排出孔8b及び冷却水排出孔9bが形成されている。図9にも示すように、酸化剤ガス供給孔8aには連絡流路10aが、酸化剤ガス排出孔8bには連絡流路10bがそれぞれ連続して設けられ、これら連絡流路10a、10bを介して供給孔7a及び排出孔7b間に、互いに平行な複数の酸化剤ガス流通溝8cが接続されている。

【0009】この酸化剤ガス流通溝8cの構成としては、流通溝8cが供給孔8aから排出孔8bまで直線的に延びるストレートフロー方式（図10参照）と、流通溝8cが逆S字状に蛇行する蛇行状フロー方式（図11参照）とが知られている。前者の方式では酸化剤ガスが直線的に流れ、高電流密度での運転時にはガス流量が多くなる。そのため、複雑な流路形状の場合よりも圧力損失及び燃料ガスと酸化剤ガスとの圧力差（以下、極間差圧と記す）を抑えることができ、単電池の保護及び発電効率の上昇に有利である。一方、後者の方式では酸化剤ガスが蛇行して流れ、低電流密度での運転時でも十分なガス流量を確保できる。そのため、電気化学反応に伴って生成水が生じても、これを確実に除去でき、優れた電池性能を得ることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術では次のような問題点があった。すなわち、図10に示したストレートフロー方式のガス流路では、高電流密度での運転時にはガス流量が多くなる反面、同じガス利用率における低電流密度での運転時にはガス流量が少なくなるので、圧力損失は低減するものの生成水を十分に除去することが困難となった。

【0011】一方、蛇行状フロー方式を採用したガス流路では、低電流密度での運転時に十分なガス流量を確保できるものの、同じガス利用率における高電流密度での運転時にはガス流量が多くなり過ぎる傾向がある。特に、酸化剤ガスが流れるガス流路側では圧力損失及び極間差圧が大きくなって、単電池の劣化や発電システム全体の効率低下を招くおそれがあった。

【0012】このように従来の固体高分子型燃料電池では、同一方式のガス流路を用いて低電流密度から高電流密度までを安定して運転することは難しかった。また、セパレータには反応ガスだけではなく冷却水が流れる場合があるが、電池性能を安定させるためには、これらの流体を均一に配流することが強く要請されている。

【0013】本発明は、このような課題に対処するために提案されたものであり、その目的は、流体を均一に配流すると共に、低電流密度から高電流密度に至るまで生成水の除去及び極間差圧の低減を実現して常に安定した電池性能を発揮でき、さらには単電池の劣化防止や発電システム全体の効率向上に貢献する優れた固体高分子型燃料電池を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明では以下の手段を講ずる。すなわち、請求項1の発明は、固体高分子電解質膜を挟持する一対の多孔質電極板が配置され、これら多孔質電極板の外側にセパレータが配置され、このセパレータの前記多孔質電極板と接する面に複数の流通溝を有する流路が形成され、この流路に燃料ガスまたは酸化剤ガスもしくは冷却水が

流れるように構成された固体高分子型燃料電池において、流路の途中に、流通溝を複数連通させた集合孔が設けられたことを特徴としている。

【0015】このような請求項1の発明では、流路の途中で燃料ガスまたは酸化剤ガスもしくは冷却水を集合孔に集めることができる。そのため、単電池を多数積層した場合に、流路の途中では上記流体の量が不均一であっても、ある程度の量の流体を集合孔にいったん集め、この集合孔から再度、流路に向けて均一に配流することが可能である。

【0016】請求項2の発明は、請求項1記載の固体高分子型燃料電池において、流路の一端部には流体の供給孔が、流路の他端部には流体の排出孔が設けられ、供給孔及び排出孔の一部を前記集合孔を切り替える切替手段が設置されたことを特徴とする。

【0017】このような請求項2の発明では、切替手段が供給孔または排出孔を集合孔に切り替えなければ、流路構成は従来のストレートフロー方式となる。そのため、高電流密度での運転時にはストレートフロー方式を採用し、圧力損失及び極間差圧を抑えることができる。また、切替手段が供給孔及び排出孔を集合孔に切り替えれば、集合孔にて流体の流れる方向を変えることが可能となる。したがって、流路構成をストレートフロー方式から従来の蛇行状フロー方式に近付けることができ、ガス流量の高めることができる。これにより、低電流密度での運転時には供給孔及び排出孔を集合孔に切り替え、十分なガス流量を確保することにより、生成水を確実に除去することが可能となる。以上の請求項2の発明によれば、低電流密度から高電流密度に至るまで安定して燃料電池を運転することが可能となる。

【0018】請求項3の発明は、請求項2記載の固体高分子型燃料電池において、固体高分子型燃料電池の出力電流または電流密度、もしくは極間差圧あるいはガス圧力損失に基づいて、前記切替手段を制御する制御手段が設置されたことを特徴とする。

【0019】この請求項3の発明では、制御手段の働きにより、切替手段の制御を固体高分子型燃料電池の出力電流または電流密度または極間差圧またはガス圧力損失に応じて行うことができる。そのため、上記請求項2の発明の作用効果に加えて、単電池の劣化を確実に防ぐと同時に、発電システム全体の効率をいっそう高めることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体高分子型燃料電池の実施の形態の一例について、図面を参照して説明する。なお、以下の実施の形態では、酸化剤ガスが流れるガス流路6bの構成に改良を施したものについて述べる。また、図5～図11に示した従来例と同一の部分については同一符号を付し、説明は省略する。

【0021】（1）第1の実施の形態

【構成】第1の実施の形態は請求項1を含むもので、図1は第1の実施の形態の固体高分子型燃料電池におけるセパレータ11の平面図である。セパレータ11は230mm×240mm、t1.5mmであり、図10及び図11に示したセパレータ5と同じく、酸化剤ガス供給孔8a、酸化剤ガス排出孔8b及び流通溝8cが形成されている。酸化剤ガス供給孔8aに隣接して酸化剤ガス集合孔12aが形成され、酸化剤ガス排出孔8bに隣接して酸化剤ガス集合孔12bが形成されている。また、酸化剤ガス供給孔8aと酸化剤ガス集合孔12bとが向い合い、酸化剤ガス排出孔8bと酸化剤ガス集合孔12aが向い合うように配置されている。さらに、集合孔12a、12bの長さは供給孔8a及び排出孔8bのほぼ2倍に設定されている。

【0022】これら集合孔12a、12bは流通溝8cを連通させるように構成されている。より詳しくは、流通溝8cは全部で18本あり、このうち図中上からの6本が供給孔8aと集合孔12bとに接続され、図中下からの6本が排出孔8bと集合孔12aとに接続され、残りの中段の6本が集合孔12a、12bに接続されている。

【0023】【作用効果】このような第1の実施の形態のセパレータ11において、集合孔12a、12bでいったん酸化剤ガスを集め、流れる方向を変えることができる。すなわち、流通溝8cでは図の左右方向、集合孔12a、12bでは図の上下方向となり、酸化剤ガスの流路構成としては、図11に示した蛇行状フロー方式とほぼ同じとなる。このとき、流通溝8c途中で酸化剤ガス量に若干の不均一であっても、ある程度の酸化剤ガスを集合孔12a、12bにいったん集めているので、集合孔12a、12bは流通溝8cに向けて均一に酸化剤ガスを配流することができる。

【0024】また、図2に示すように、以上のセパレータ11、膜電極複合体（電極面積289cm²）及びシール材4を用いて単電池1を構成した。この単電池1を70セル積層して電池スタックを製作し、発電試験を行った。また、図11に示す蛇行状フローを採用した従来のセパレータ5を用いた単電池1を同様に70セル積層し発電試験を行った。電流密度0.35A/cm²、反応ガス出口圧力0.3MPa、燃料ガス利用率：70%、酸化剤ガス利用率：40%の運転で、セパレータ11を用いた単電池1の電圧分布の結果は750mV±15mVとなった。これに対して、セパレータ5を用いた場合の単電池1電圧分布の結果は750mV±36mVとなり、第1の実施の形態に係るセパレータ11を用いた方が分布が小さくなった。膜電極複合体を含む単電池1は汎用品を用いており、製造のばらつきは極めて少ないため、第1の実施の形態では単電池1を多数積層した場合であっても、酸化剤ガスの配流が良好であると結論できる。

【0025】（2）第2の実施の形態

【構成】第2の実施の形態は請求項2、3を包含しており、図3に示すような燃料電池発電システムに組み込まれている。第2の実施の形態には、前記集合孔12a、12bを酸化剤ガス供給孔8a及び酸化剤ガス排出孔8bに切り替えるためのバルブ13が設置されている。このバルブ13はスタック外部で供給孔8a、排出孔8bとそれぞれ分岐・合流する直後・直前に設けられている。つまり、集合孔12a、12bをそれぞれ供給孔8a、排出孔8bとして用いたい場合はバルブ13を開にし、また、集合孔12a、12bとして用いたい場合はバルブを閉にする。言い換えれば、供給孔8a及び排出孔8bの一部で酸化剤ガスの供給及び排出を止め、その部分を集合孔12a、12bに切替えるようになっている。

【0026】さらに、第2の実施の形態にはバルブ13の開閉を制御する制御手段14が設置されている。この制御手段14には燃料電池の出力電流または電流密度を感知する電流感知器15と、燃料ガスと酸化剤ガスとの極間差圧に検出する圧力センサ16が接続されている。制御手段14は電流感知器15が感知した出力電流または電流密度、あるいは圧力センサ16が検出した極間差圧に基づいてバルブ13の開閉を制御するように構成されている。なお、符号17はコンプレッサ、18はポンプを示している。

【0027】【作用効果】上記第2実施の形態を用いて70セル積層した電池スタックを製作した。まず、バルブ13を閉にして、第1の実施の形態と同条件で発電試験を行った。電流密度0.35A/cm²での運転で、単電池電圧分布の結果は第1の実施の形態と同様に750mV±15mVとなった。また、この時の燃料ガス入口圧力、酸化剤ガス入口圧力は共に0.305MPa、燃料ガス出口圧力、酸化剤ガス出口圧力は共に0.300MPaであった。

【0028】次にバルブ13は閉状態でガス利用率は一定のまま、電流密度を1.0A/cm²まで増加させた。この時、70セルの電圧分布は520mV±30mVとなった。それに伴い燃料ガス圧力、酸化剤ガス圧力も増大し、電流感知器15にて感知される電流値が289A（電流密度が1.0A/cm²）に達する直前では、この時、燃料ガス入口圧力は0.315MPa、酸化剤ガス入口圧力は0.405MPa、燃料ガス出口圧力、酸化剤ガス出口圧力は共に0.300MPaとなり、極間差圧が最大で0.09MPaになった。

【0029】そして、電流感知器15にて感知される電流値が289A（電流密度が1.0A/cm²）に達したとき、電流感知器15が制御手段14にバルブ開信号を送る。あるいは、圧力センサ16の検出する極間差圧に0.08MPaとなったとき、圧力センサ16が制御手段14にバルブ開信号を送る。

【0030】このような信号を受けると制御手段14は

バルブ 13 を開く。この結果、ガス流路 6 b の構成は従来のストレートフロー方式となる。このとき、70セルの電圧分布は $520\text{mV} \pm 30\text{mV}$ のままであったが、酸化剤ガス入口圧力は 0.315MPa まで低減して燃料ガス入口圧力と同じ圧力となり、極間差圧が 0MPa になった。したがって、コンプレッサ 17 の昇圧範囲が 0.41MPa 未満と低減した。

【0031】このように、第2の実施の形態によれば、高電流密度運転時にはバルブ 13 を開いて集合孔 12 a、12 b を無くしてストレートフロー方式を採用することができる。そのため、適正なガス流量を維持して圧力損失及び極間差圧を抑制することができる。

【0032】また、低電流密度運転時にはバルブ 13 を閉じて供給孔 8 a 及び排出孔 8 a の一部を集合孔 12 a、12 b に切り替えれば、従来の蛇行状フロー方式に近い流路構成をとることができる。このため、低電流密度運転時でも十分なガス流量を確保して生成水を確実に除去できる。しかも第2の実施の形態では、低電流密度から高電流密度まで安定した運転及び制御を満足させるだけでなく、制御手段 14、電流感知器 15 及び圧力センサ 16 の働きにより、単電池 1 の劣化防止及び発電システムの効率向上に寄与できる。

【0033】(3) 他の実施の形態

なお、本発明は、以上のような実施の形態に限定されるものではなく、たとえば、図 4 に示す第1の実施の形態の変形例として、供給孔 8 a と排出孔 8 b を隣接してセパレータ 11 の一端部側に設け、セパレータ 11 の他端部側のすべての流通溝 8 c を連通させた集合孔 12 c を設けても良い。また、制御手段はガス圧力損失に基づいてバルブ 13 を制御しても良い。さらに、電流感知器や圧力センサの設置箇所は適宜変更可能である。また、上記の実施の形態では、酸化剤ガスが流れるガス流路 6 b の構成について言及したが、セパレータに流れる流体としては燃料ガスもしくは冷却水であっても、集合孔を設けることにより、配置の均一化を図ることができる。

【0034】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明によれば、流路途中に流通溝を複数連通させた集合孔を設けるといった極めて簡単な構成により、流体を均一に配流すると共に、低電流密度から高電流密度に至るまで生成水の除去及び極間差圧の低減を実現して常に安定した電池

性能を発揮でき、さらには単電池の劣化防止や発電システム全体の効率向上に貢献することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るセパレータの平面図

【図2】第1の実施の形態の単電池の構造図

【図3】第2の実施の形態を含む燃料電池発電システムの構成図

【図4】本発明の他の実施の形態に係るセパレータの平面図

【図5】一般的な固体高分子型燃料電池における単電池の断面図

【図6】一般的な固体高分子型燃料電池における膜電極複合体の平面図

【図7】一般的な固体高分子型燃料電池における単電池及びセパレータの側面図

【図8】従来のセパレータの平面図

【図9】従来のセパレータの断面図

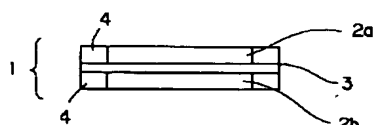
【図10】ストレートフローを採用したセパレータの平面図

【図11】蛇行状フローを採用したセパレータの平面図

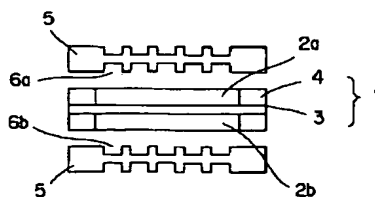
【符号の説明】

- 1…単電池
- 2 a, 2 b…電極板
- 3…固体高分子電解質膜
- 4…シール材
- 5, 11…セパレータ
- 6 a, 6 b…ガス流路
- 7 a…燃料ガス供給孔
- 7 b…燃料ガス排出孔
- 8 a…酸化剤ガス供給孔
- 8 b…酸化剤ガス排出孔
- 9 a…冷却水供給孔
- 9 b…冷却水排出孔
- 10 a, 10 b…連絡流路
- 12 a, 12 b, 12 c…酸化剤ガス集合孔
- 13…バルブ
- 14…制御手段
- 15…電流感知器
- 16…圧力センサ

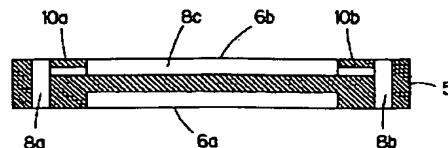
【図5】



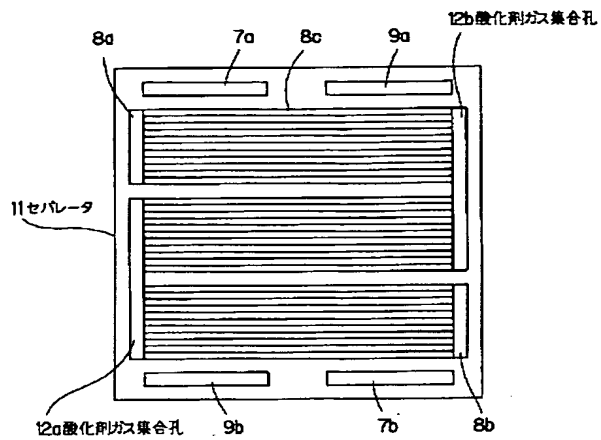
【図7】



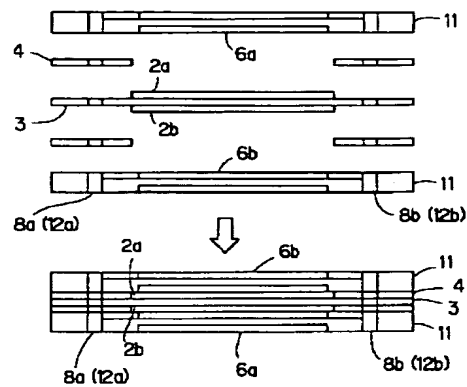
【図9】



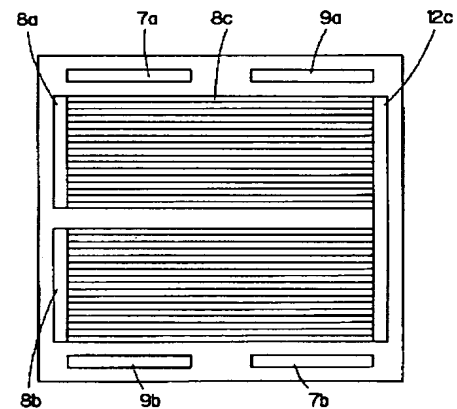
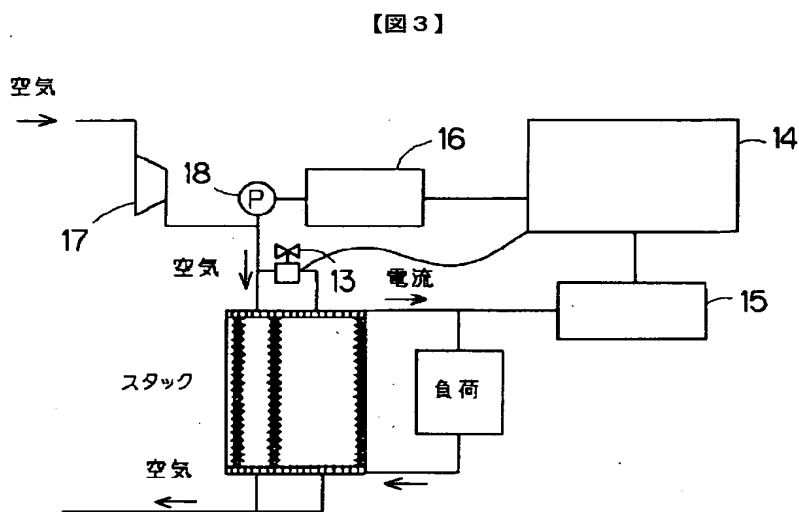
【図1】



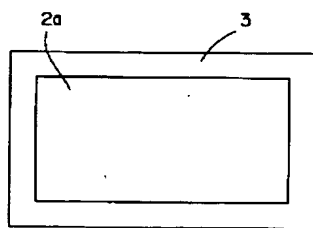
【図2】



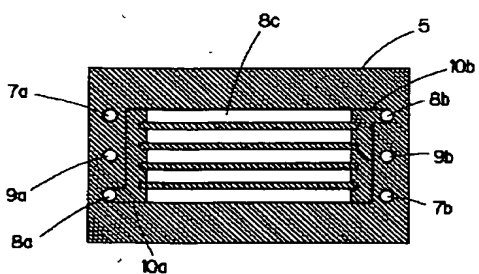
【図4】



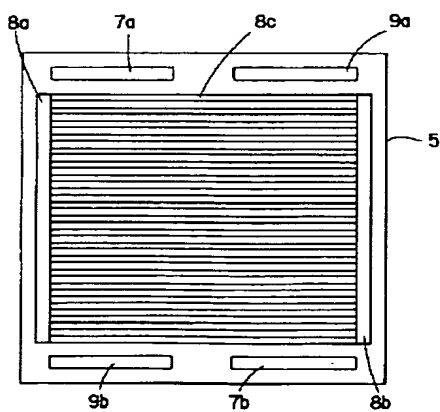
【図6】



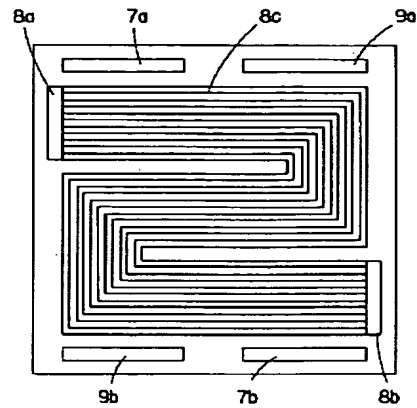
【図8】



【図10】



【図 11】



フロントページの続き

(72) 発明者 宗内 篤夫
神奈川県川崎市川崎区浮島町 4 番 1 号 株
式会社東芝電力・産業システム技術開発セ
ンター内

F ターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CX04 HH03 HH06
HH09